

Краткие сообщения

УДК 574.3

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ, ДОННЫХ И ПОЙМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2017 Д.С. Тягунов, Е.Н. Рыбаков

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича УрО РАН, Екатеринбург, 620016;
e-mail: tds-07@mail.ru*

Представлены результаты гамма-спектрометрических измерений проб почв и донных отложений, отобранных с территории Челябинской и Свердловской областей. По полученным данным построены карта-схема распределения удельной активности цезия-137 и общего гамма-фона. Приведен сравнительный анализ результатов измерений удельной активности цезия-137 в пойме и в Волчихинском водохранилище.

Ключевые слова: почва, донные отложения, цезий-137, удельная активность, ил.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования поверхностных радиоактивных загрязнений, вызванных вследствие аварий на ПО «Маяк»¹ и Чернобыльской АЭС, показали, что распределение этих загрязнений по площади носит неравномерный (мозаичный) характер (Израэль, 2006; Уткин, Юрков, 1997; Чурсин, Евстигнеев, 1997).

Как правило, распространение радиоактивных загрязнений окружающей среды связывают с метеоусловиями, морфологией поверхности Земли, конфигурацией русла течения рек, геолого-геофизическими факторами и т.д. (Израэль, 2006; Уткин, Юрков, 1997). Кроме того, как сообщают Рыбаков и др. (2014), перераспределение поверхностного загрязнения может происходить и за счет смыва радиоактивных осадков с поверхности почвы и дальнейшей миграции радионуклидов в грунт и донные отложения.

¹Федеральное государственное унитарное предприятие по производству компонентов ядерного оружия, изотопов, хранению и регенерации отработавшего ядерного топлива, расположено в г. Озерске Челябинской области.

В настоящей работе приводятся результаты исследования радиационной обстановки территории Челябинской и Свердловской областей, а также прибрежной части донных отложений Волчихинского водохранилища (рис. 1), как одного из основных гидротехнических каскадов Екатеринбурга и входящего в зону исследования.

АППАРАТУРА И МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Согласно проведенным исследованиям (Рыбаков, Тягунов, 2015) отбор проб почвы с исследуемой территории осуществлялся до глубины 20 см. На месте отбора каждой пробы с помощью GPS-60 Garmin определялись географические координаты. Для контроля общего гамма-фона с помощью контрольно-измерительного сцинтилляционного радиометрического прибора СРП-88 определялась мощность экспозиционной дозы.

Подготовка отобранных проб к измерениям проводилась следующим образом: проба высушивалась в муфельной печи при температуре 105°C. Для обнаружения цезия-137, высушенная проба измельчалась, взвешивалась и насыпалась в сосуд Маринелли. Гамма-спектрометрические

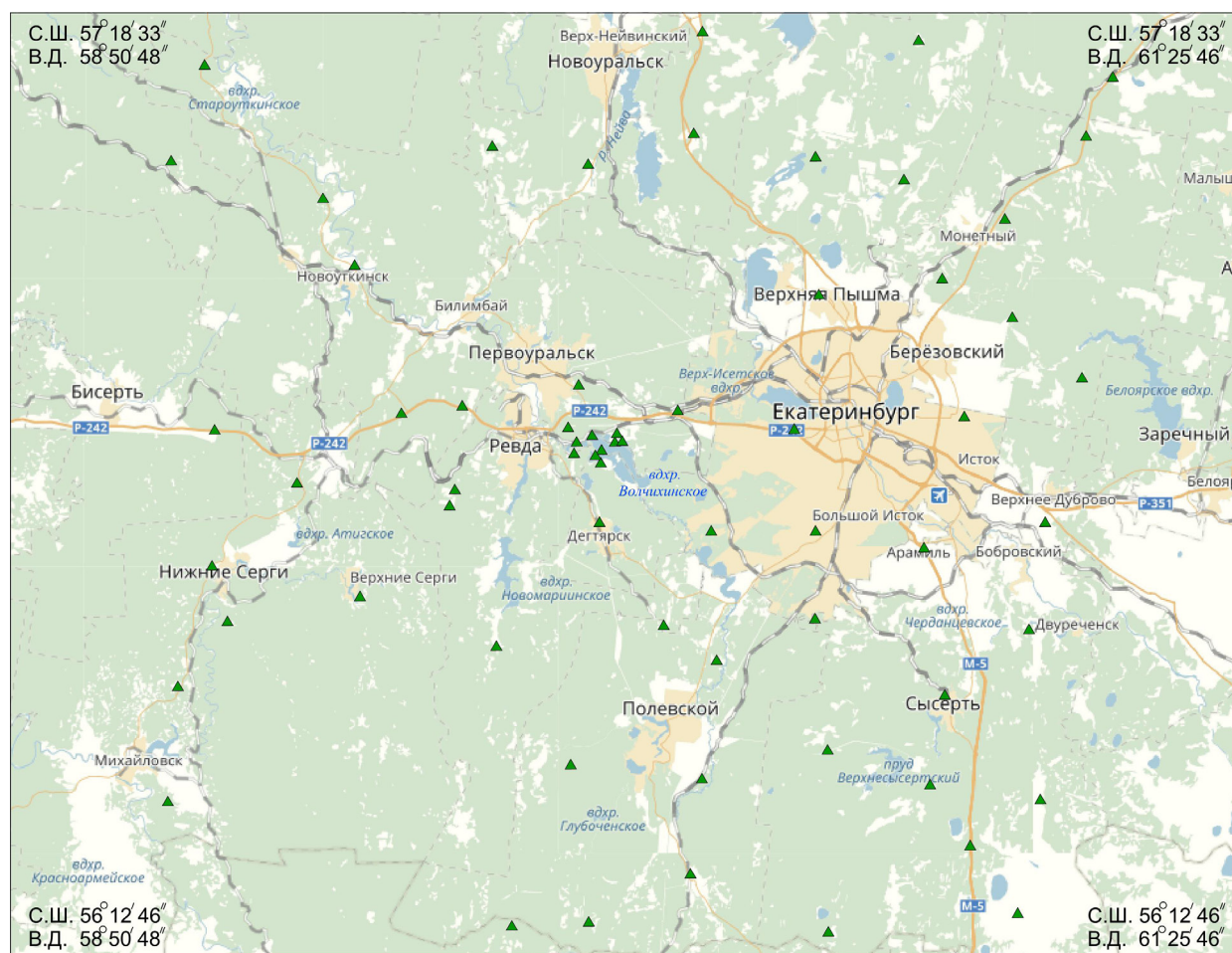


Рис. 1. Фрагмент территории Свердловской области, на которой проводилось исследование. Треугольниками обозначены точки отбора проб.

измерения проводились с помощью спектрометра «Гамма IC» с блоком детектирования УДС-Г-63×63-USB в камере низкого фона. В качестве защиты от внешнего излучения использовался экран из $Pb = 45$ мм; $Cd = 3$ мм; $Cu = 0.5$ мм. Минимальная измеряемая удельная активность по цезию-137 составила 1.5 Бк/кг. Гамма-спектры обрабатывались с помощью стандартной программы SpektraLine, разработанной научно-производственным центром «АСПЕКТ» (ЗАО НПЦ «АСПЕКТ»).

Построение карты-схемы распределения удельной активности цезия-137 (рис. 2) выполнено в геоинформационной системе Golden Software Surfer 8.0 с применением геостатистического метода (kriging). Поскольку выбранный метод основывается на вероятностной модели, рассматривающей изучаемую пространственную переменную $Z(X,Y)$ как реализацию случайной функции $Z(X,Y)$, то это дает возможность создать более точную модель поверхности. Построенное в геоинформационной системе распределение удельной активности при помощи векторного графического редактора Corel Xara 2.0 было наложено на фрагмент карты Свердловской области масштаба 1:300000.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью изучения техногенного радиоактивного загрязнения территории Челябинской и Свердловской областей в 2014 г. нами были проведены гамма-спектрометрические измерения проб ила и почвы с прибрежных участков озер входивших в зону исследования. Работы проводились по меридиональному профилю Челябинск-Екатеринбург через Нижний Тагил. Предполагаемыми источниками загрязнения исследуемых озер данного профиля являлись аварии на ПО «Маяк» и Чернобыльской АЭС. По результатам обработки было обнаружено радиоактивное загрязнение прибрежных участков озер цезием-137 с удельной активностью от 7 до 62 Бк/кг в зависимости от расстояния до ПО «Маяк» (Тягунов и др., 2016). Однако в ходе этого исследования оказался исключением результат, полученный на Волчихинском водохранилище, которое расположено ~20–30 км западнее Екатеринбурга. В пойме этого водоема удельная активность по цезию-137 составила 127 Бк/кг. Поскольку Волчихинское водохранилище расположено значительно дальше других

исследуемых нами водоемов от ПО «Маяк», а значение удельной активности к другим озерам повышено в несколько раз, был сделан вывод, что это загрязнение не связано с работой ПО «Маяк».

Следует отметить, что Волчихинское водохранилище является одним из основных гидротехнических каскадов Екатеринбурга, из которого город берет ~90% водозабора, как для поставки промышленной, так и питьевой воды. Таким образом, в 2015 г. дальнейший ход исследований проходил вокруг этого водоема по методу площадной съемки, охватывающей территорию 120×120 км (рис. 1) с целью оценки источника загрязнения.

С данной площади было отобрано 67 проб почвы, включая пробы с прибрежной части самого водохранилища (рис. 1). По результатам гамма-спектрометрических измерений проб почвы исследуемой территории была построена карта-схема распределения удельной активности цезия-137 (рис. 2).

Максимальная удельная активность цезия-137, составившая ~130 Бк/кг, была определена вблизи Волчихинского водохранилища. Радиоактивное загрязнение исследуемой территории имеет пятнистый характер и распределено по площади в основном в широтном направлении (рис. 2). При этом само радиоактивное загрязнение сконцентрировано, преимущественно, в окрестностях Первоуральского и Ревдинского районов. Такое распределение удельной активности цезия-137 можно объяснить морфологией поверхности Земли на данном участке, поскольку именно в этих районах начинается Центрально-Уральское поднятие, которое могло создать задержку воздушных масс и дальнейшее оседание радиоактивных частиц в виде осадков на поверхность Земли.

Следует заметить, что полученное распределение удельной активности (рис. 2) хорошо соответствует результатам аэрогамма-спектрометрии.

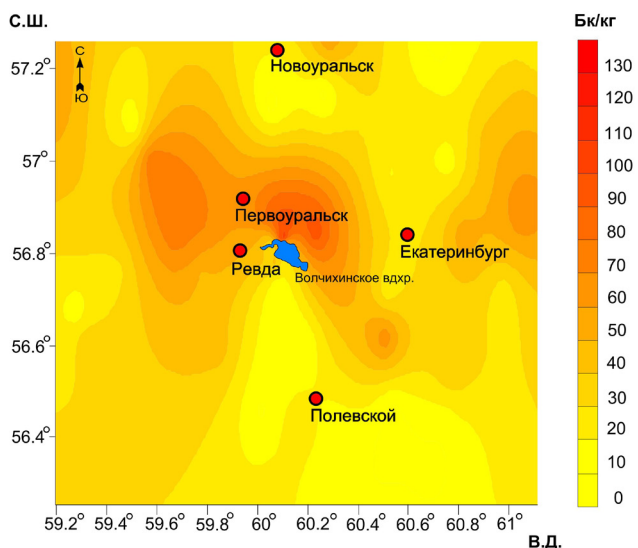


Рис. 2. Карта-схема распределения удельной активности цезия-137 территории 120×120 км.

трических исследований, проведенных в 1992 г. Аэрогеофизической партией Уралгеолкома города Екатеринбурга, которые выявили значительное количество поверхностного техногенного загрязнения цезием-137 (рис. 3).

Анализируя имеющуюся информацию (Уткин и др., 2004; Чурсин, Евстигнеев, 1997), мы предполагаем, что загрязнение данной территории может быть связано с последствиями Чернобыльской аварии 1986 г., где восточная ветвь Чернобыльского следа могла пройти по исследуемой нами территории.

Кроме распределения радиоактивного загрязнения по площади, был проведен сравнительный анализ удельной активности цезия-137, содержащегося в пробах прибрежной части с удельной активностью иловых отложений Волчихинского водохранилища. Для этого с разных берегов водоема было отобрано 8 проб донных отложений (рис. 1, таблица). Установлено, что удельная активность проб с пойменных участков Волчихинского водохранилища превышает удельную активность иловых отложений, причем в некоторых участках этого водоема в несколько раз. Предположительно такая особенность может быть вызвана отложениями радионуклида в пойменных образованиях (наличие органики с большой сорбционной способностью) и прибойной активностью прибрежных участков водоема.

Как было сказано, Волчихинское водохранилище является одним из основных источников поставки воды в Екатеринбург, а обнаруженная в илах на разных участках этого водоема удельная активность варьируется от 16 Бк/кг до 40 Бк/кг (таблица). Но, как сообщают Ю.А. Егоров, А.Л. Суздалева (2000), массовая активность донных отложений может быть в десятки и сотни тысяч раз больше объемной активности воды, а коэффициент донной адсорбции радиоактивного загрязнения зависит от многих факторов. Поэтому, удельная активность цезия-137 в воде данного водохранилища может быть существенно меньше, чем в илах. Но для определения точной величины необходимы дополнительные исследования.

Измеренная в прибрежной части Волчихинского водохранилища, а также на площади 120×120 км мощность экспозиционной дозы гамма-излучения варьируется от 3 до 22 мкР/ч, что в целом соответствует природному фону в этой местности (рис. 4). Следует заметить, что карта гамма-фона хорошо подчеркивает природную радиоактивность горных пород, слагающих район исследований, которые имеют складчатые структуры меридионального направления, характерного для данного региона.

Несмотря на то, что Уральский регион подвергался влиянию радиоактивных загрязнений, вызванных разными временными событиями за

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Сводная таблица результатов измерений удельной активности цезия-137 в пойме и илах Волчихинского водохранилища.

GPS-координаты с.ш. и в.д.	Мощность экспозиционной дозы (мкР/ч)	Активность Cs-137 в пойме Бк/кг	Активность Cs-137 в илах Бк/кг
56.81422 с.ш. 60.10508 в.д.	16	29	21
56.80047 с.ш. 60.01950 в.д.	20	47	21
56.80248 с.ш. 60.07572 в.д.	16	24	20
56.81028 с.ш. 60.02615 в.д.	16	33	23
56.81839 с.ш. 60.05660 в.д.	20	27	16
56.78975 с.ш. 60.07550 в.д.	18	48	20
56.79615 с.ш. 60.06436 в.д.	16	46	36
56.82102 с.ш. 60.10299 в.д.	18	127	40

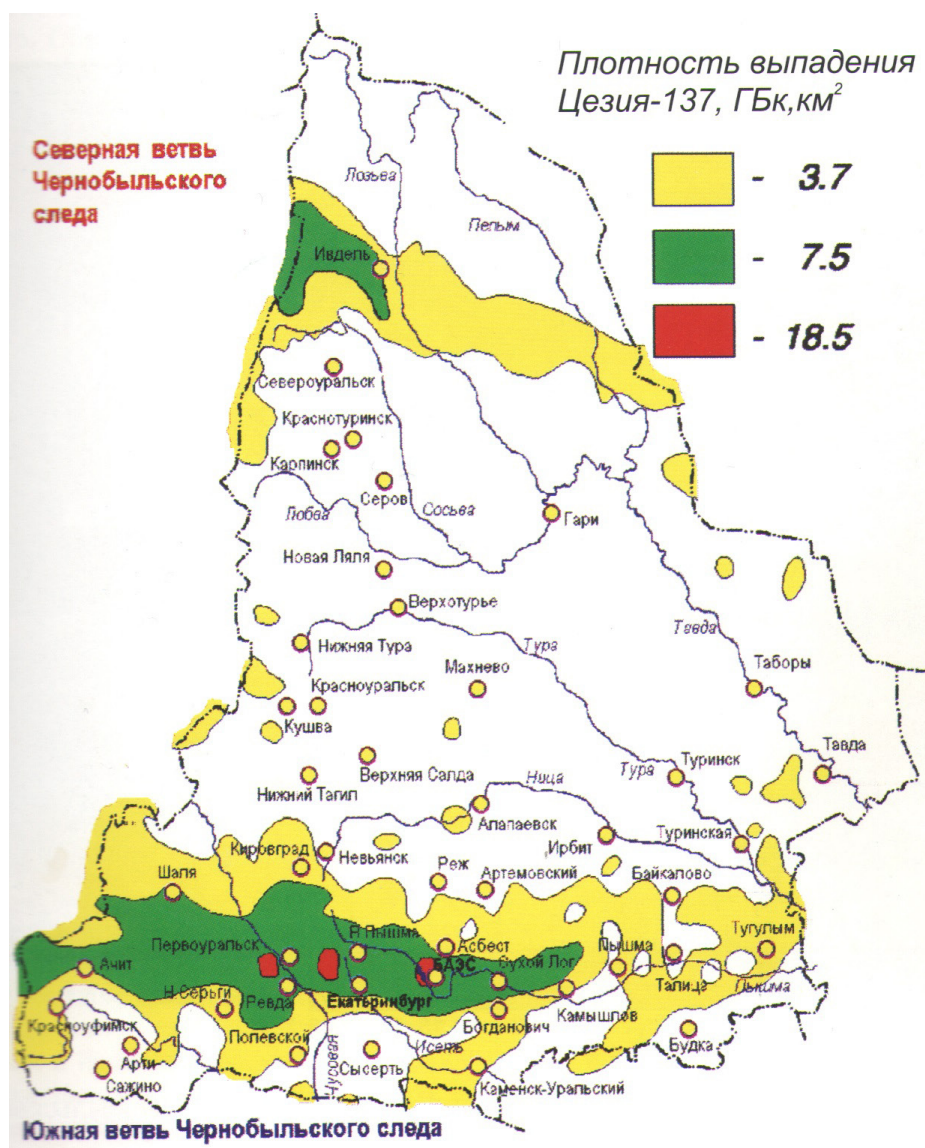


Рис. 3. Карта-схема распределения Восточно-Чернобыльского следа территории Свердловской области по данным (Чурсин, Евстигнеев, 1997).

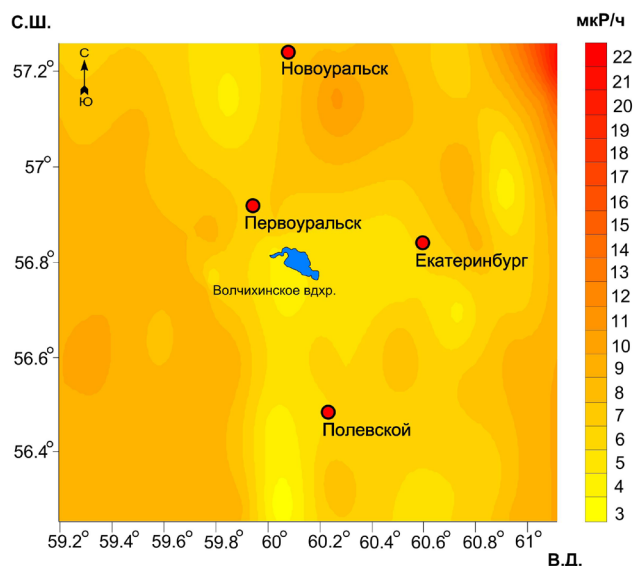


Рис. 4. Карта-схема распределения общего гамма-фона территории 120×120 км.

прошедшие годы, значимая роль этих загрязнений на Среднем Урале, за исключением локальных источников, может быть, по нашему мнению, связана с Восточно-Чернобыльским следом.

ВЫВОДЫ

Радиоактивное загрязнение имеет неравномерный характер по площади. Удельная активность цезия-137 проб с пойменных участков Волчихинского водохранилища превышает активность иловых отложений этого водоема в несколько раз. Измеренные мощности экспозиционной дозы исследованной территории соответствуют природному фону в этой местности.

Полученные результаты дают возможность предположить, что загрязнение исследуемой территории может быть связано с Чернобыльским следом.

Егоров Ю.А., Суздалева А.Л. Радионуклиды в природно-техногенной системе «АЭС-водоем-охладитель»: Материалы науч. семинара «Проблемы региональной геоэкологии». Тверь: Тверской ун-т., 2000. С. 91–92.

Израэль Ю.А. Радиоактивное загрязнение природных сред в результате аварии на Чернобыльской атомной станции. М.: Изд-во «Комтехпринт», 2006. 28 с.

Рыбаков Е.Н., Тягунов Д.С., Липаев С.А. Исследование загрязнения донных отложений озер Уральского региона цезием-137 // АНРИ. 2014. № 3 (78). С. 40–42.

Рыбаков Е.Н., Тягунов Д.С. Исследование радиоактивных загрязнений в природных средах на примере территории Челябинской области // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2015. № 2. Вып. 26. С. 84–89.

Тягунов Д.С., Рыбаков Е.Н., Гусева В.П. Исследование загрязненности техногенными радионуклидами донных и пойменных отложений озер Уральского региона // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 3 (45). Ч. 2. С. 112–116.

Уткин В.И., Чеботина М.Я., Евстигнеев А.В. и др. Особенности радиационной обстановки на Урале. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 150 с.

Уткин В.И., Юрков А.К. Особенности распространения и переотложения радиоактивного загрязнения в водной среде // Материалы науч.-практ. конф. ЕС НИО, НТО «Горное». Екатеринбург: УрО РАН, 1997. С. 31–33.

Чурсин А.В., Евстигнеев А.В. Влияние Чернобыльской аварии на территории Свердловской области // Материалы науч.-практ. конф. ЕС НИО, НТО «Горное». Екатеринбург: УрО РАН, 1997. С. 46–48.

INVESTIGATION OF RADIOACTIVE CONTAMINATION OF SOILS, BOTTOM AND FLOODPLAIN DEPOSITS IN SVERDLOVSK REGION

D.S. Tyagunov, E.N. Rybakov

Institute of Geophysics of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 620016.

The article presents the results of gamma-spectrometric measurements of samples of soil and bottom sediments selected from the territory of Sverdlovsk region within the Volchikhinskiy reservoir. The authors plotted an index map of distribution of the specific activity of cesium-137 and total gamma-ray background using the obtained results. The article provides the comparative analysis of the measurement results of the cesium-137 specific activity in the alluvial flat and silt within the Volchikhinskiy reservoir and a part of Chelyabinsk region.

Keywords: soil, bottom sediments, cesium-137, specific activity, silt.